



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 **CH 689 329 A5**51 Int. Cl.⁶: **B 65 G 053/28****Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 **PATENTSCHRIFT A5**

21 Gesuchsnummer: 02440/97

22 Anmeldungsdatum: 21.10.1997

30 Priorität: 22.10.1996 DE 196 43 523.4
28.12.1996 DE 196 54 649.4

24 Patent erteilt: 26.02.1999

45 Patentschrift veröffentlicht: 26.02.1999

73 Inhaber:

Frédéric Dietrich, 44, chemin de la Maison Jean,
1801 Le Mont-Pelerin (CH)

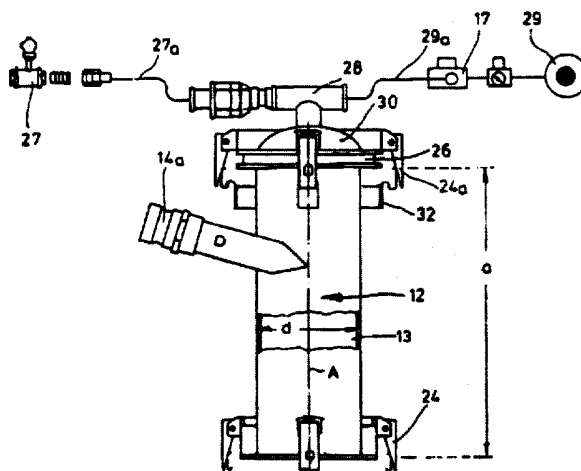
72 Erfinder:

Frédéric Dietrich, 44, chemin de la Maison Jean,
1801 Le Mont-Pelerin (CH)

74 Vertreter:

Hiebsch & Peege AG, Patentanwaltsbüro,
Promenadenstrasse 21, Postfach,
8201 Schaffhausen (CH)54 **Vorrichtung und Verfahren zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe.**

57 Bei einer Vorrichtung zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe eines spezifischen Gewichtes von 0,1 bis 15,0 g/cm³ sowie mit einem Korngrößenbereich zwischen 0,1 bis 300 µm als Fördergut unter Einsatz eines Filters in Rohrsystemen, ist das Verhältnis der Länge (a) eines eine Pumpkammer (13) enthaltenden Behälters (12) zur zeitweiligen Aufnahme des Fördergutes zu seinem inneren Durchmesser (d) grösser als 0,5. Zudem entspricht die Weite eines zwischen einer Vakuumpumpe zum Ansaugen des Fördergutes und dem Behälter (12) vorgesehenen – als in einem Filtereinsatz (26) auswechselbar vorgesehene plattenartige Filtermembrane ausgebildete – Filters höchstens dessen von jenem Durchmesser (d) bestimmten Querschnitt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe mit einem Behälter unter Einsatz wenigstens eines Filters in Rohrsystemen.

Die EP-A 0 574 596 beschreibt eine Anlage für das pneumatische Umschlagen von Zement aus Schiffen in Silos mittels eines sog. Schleusenbehälters aus mehreren Behältersegmenten; im obersten Behältersegment sitzt ein Abluftfilter, das unterste Behältersegment verjüngt sich trichterartig.

Auch in der chemischen, pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie werden pulverförmige Stoffe gefördert und in einer kontrollierten Atmosphäre transportiert. Die bekannten Anlagen zum Fördern pulverförmiger Werkstoffe dieser Art sind zumeist in der Konstruktion auf das nachträglich zu fördernde Produkt abgestimmt; bei diesen Anlagen handelt es sich um Einzelanfertigungen, die hohe Anlagekosten bedingen. Als weiterer Nachteil ist bei den bekannten Anlagen u.a. anzusehen, dass die erforderlichen Filter bereits nach einer kurzen Betriebszeit verstopfen. Infolge dieses Problems treten in der Produktion der pulverförmigen Stoffe oftmals Störungen auf, die zu kostenträchtigen Produktionsausfällen führen. Diese Mängel konnten bis zum heutigen Tage nicht behoben werden.

Das Einfüllen von Pulver in Reaktionsgefässe oder Reaktoren innerhalb explosiver Zonen erfolgt im allgemeinen manuell über eine Schleuse oder ein Schutzventil, da die meisten Reaktoren nicht über den nötigen Platz für eine adäquate Ladeanlage verfügen. Eine solche Arbeitsweise aber entspricht nicht den vorhandenen Sicherheitsregeln zur Unterbindung der Explosionsgefahr; wenn der Reaktor inertisiert ist, führt das manuelle Einfüllen von Pulvern vom Mannloch zu atmosphärischen Drücken und hebt den Schutzeffekt des Inertgases auf. Bei manuellem Feststoffeintrag ist die Inertisierung innerhalb kurzer Zeit aufgehoben (O_2 Konzentration $> 8\%$) und wird auch nach längerer betriebsmässiger N_2 -Spülung nicht wieder hergestellt.

Zudem kann der Staub zu einer Verschmutzung der Umgebung führen; durch die sich entwickelnden Gasdämpfe besteht Erstickungsgefahr für das Bedienungspersonal. Explosionsrisiken während des Förderns sind vor allem dann möglich, wenn die folgenden Faktoren simultan aufeinandertreffen:

- oxydierbares Pulver;
- Verhältnis Pulver/Sauerstoff liegt innerhalb eines Explosionslimits (variiert je nach Produkt);
- Bildung einer Ignitionsquelle (elektrostatische Entladung, Flamme, heisser Punkt, Funken).

In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, die erkannten Nachteile zu beseitigen und ein kostengünstiges Fördern pulverförmiger Stoffe, auch klebriger Stoffe, zu ermöglichen. Insbesondere sollen pulverförmige Feststoffe in Reaktoren od.dgl. Aggregate mit erhöhter Sicherheit eingefüllt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre nach den unabhängigen Patentansprüchen; die abhängigen Patentansprüche geben günstige Weiterbildungen an.

Erfindungsgemäss ist bei der erwähnten Vorrichtung zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe einer Dichte von $0,1$ bis $15,0 \text{ g/cm}^3$ sowie mit einem Korngrössenbereich zwischen $0,1$ und $300 \mu\text{m}$ als Fördergut das Verhältnis der Länge des eine Pumpenkammer bildenden Behälters kreisförmigen – oder auch polygonen – Querschnitts zur zeitweiligen Aufnahme des Fördergutes zu seinem inneren Durchmesser grösser als $0,5$; zudem soll die Weite des zwischen einer Vakuumpumpe zum Ansaugen des Fördergutes und dem Behälter vorgesehenen Filters höchstens dem vom Behälterdurchmesser bestimmten Querschnitt entsprechen. Zudem hat es sich zur Handhabung des Filters als günstig erwiesen, dieses als plattenartige Filtermembrane auszugestalten, die bevorzugt auswechselbar in einem Rahmen eines Filtereinsatzes untergebracht ist.

Dem erfindungsgemässen Behälter sind vorteilhafterweise vier miteinander steuerbare automatische Sperrelemente zugeordnet, nämlich jeweils eines an der Zuführleitung und der Austragsleitung sowie an den Leitungen für Vakuum und Fördermedium.

Während einer Ansaugphase öffnet sich das Sperrelement der Zuführleitung, wohingegen die Austragsleitung geschlossen bleibt. Dank des dabei offenen Vakuumanschlusses wird Fördergut in die Pumpkammer gesaugt; nach einer vorausbestimmten Zeitspanne schliesst die Zuführleitung und der Austrag wird freigegeben. Das Fördergut wird durch Druck – Druckluft oder Stickstoff zur Filterreinigung – ausgestossen. Das Filter im oberen Teil des Behälters hält die feinsten Partikel zurück und reinigt sich bei jedem Entleerungszyklus.

Vor der Einführung des Pulvers in den nachgerechneten Reaktor – beispielsweise ein Mischer, eine Mühle od.dgl. Aggregat, in welchem eine Reaktion erfolgt – werden Luft und Pulver voneinander getrennt, indem das Schliessen des Vakuum-Absperrventils gegenüber dem Öffnen des Förderguteinlaufes verzögert wird. Damit beim Öffnen der Austragsleitung keine Gase des Reaktors angesaugt werden, wird der Behälter zuerst unter Druck gesetzt und erst dann das Entleerventil geöffnet. Im übrigen kann die Vakuumleitung nur bei geschlossener Austragsleitung geöffnet werden.

Als günstig erwiesen hat sich ein Verhältnis von Behälterlänge zu Behälterdurchmesser im Bereich zwischen $0,5$ und $10,0$ – bevorzugt zwischen $2,0$ und $8,0$ –. Die Behälterweite bzw. der Behälterdurchmesser selbst liegt vorteilhafterweise zwischen 10 und 500 mm , insbesondere 50 und 400 mm , die Behälterlänge zwischen 200 und 1000 mm , insbesondere zwischen 400 und 900 mm . Es handelt sich also

um einen vergleichsweise engen Behälter, wobei bevorzugt der Durchmesser des Behälters die Filtergrösse bestimmt.

Im Rahmen der Erfindung liegt es, die Vorrichtung mit einem Unterdruck zum Ansaugen des Fördergutes zwischen 1 und 25 mbar – vor allem 5,0 bis 20 mbar – zu fahren. Der Überdruck zum Austragen des Fördergutes soll dazu zwischen 0,5 und 5,0 bar – insbesondere 1,0 und 3,0 bar – betragen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung soll das Filter derart ausgelegt werden, dass an seiner der Vakuumpumpe abgewandten Seite ein Differenzdruck zwischen 100 bis 300 mbar entsteht.

Als vorteilhaft hat sich zudem ein flaches Gitter erwiesen, das vakuumseitig dem Filter als Stützeinrichtung zugeordnet wird. Dessen bevorzugte Maschenweite soll zwischen 5 und 50 mm, vorzugsweise zwischen 10 und 40 mm, liegen. Auch an der anderen Filteroberfläche kann ein Gitter vorgesehen sein.

Ausserdem kann jenes Gitter an einen Vibrationsantrieb angeschlossen und so als Vibrationsquelle für das Filter ausgebildet sein.

Reinigungshalber wird dem Filter erfindungsgemäss während des Entleerens eine Gegenstromspülung zugeordnet, die in Zeitintervallen steuerbar ist; ein solcher Luftstrahl kann an beiden Filteroberflächen vorgesehen werden.

Im Unterschied zu den bisherigen Vorrichtungen und Anlagen sind bei Beachtung der Vorgaben geringere Abmessungen möglich, so dass kostenträchtige Raumprobleme entfallen.

Von besonderer Bedeutung ist die Möglichkeit, zur Erhöhung des Durchsatzes mehrere dieser Vorrichtungen ohne Schwierigkeiten gemeinsam – beispielsweise als Tandemanlage – einzusetzen. So werden etwa mehrere der Vorrichtungen nebeneinander im gleichen Rhythmus oder im wechselnden Rhythmus gefahren.

Jedoch liegt es auch im Rahmen der Erfindung, zum Abändern des Mischungsverhältnisses der pulverförmigen Stoffe wenigstens zwei Vorrichtungen nebeneinander mit unterschiedlichen Rhythmen zu fahren.

Bevorzugt wird zum Austragen der pulverförmigen Stoffe durch pneumatisches Fördern gereinigte Druckluft eingesetzt, ein reaktives Gas oder ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff.

Das beschriebene System ermöglicht das Fördern von pulverförmigen Produkten über eine flache Filtermembrane, die im oberen Teil einer Pumpkammer installiert ist; deren Durchmesser entspricht i.w. jenem der Filtermembrane.

Es werden Pulverprodukte gefördert, indem abwechselungsweise eine Vakuum- und Druckquelle an die Pumpkammer angelegt werden. Das durch eine Vakuumpumpe erzeugte Vakuum saugt das pulverartige Fördergut in die Pumpkammer, das Filter trennt durch die Vakuumpumpe angesaugte Partikel von der Luft. Der Druck des Fördergases ermöglicht, die Pumpkammer zu entleeren und gleichzeitig das Filter durch einen Gegenstrom zu reinigen.

Dank dieser Massgaben können die meisten Probleme im Zusammenhang mit Transport und Dosierung von feinen, klebrigen, kontaminierten Pulvern gelöst werden.

Als besondere Vorteile sind die folgenden Eigenschaften anzusehen:

- ein mobiles und kompaktes System;
- eine einfache Konstruktion mit zylindrischer Kammer, für viele Werkstoffe (SS, Haselloy, Kunststoff, Glas);
- ein sehr einfaches Reinigen;
- eine wirtschaftliche Installation;
- kein Zerstören des Pulvers während des Förderns;
- kein Anhaften klebriger Pulver mit schlechten Fliesseigenschaften;
- ein völlig abgedichtetes System; keine Staubbildung;
- keine Sauerstoffzufuhr in geschlossenen Behälter möglich.

Zudem vermindert das System beträchtlich die Explosionsgefahr während des Einführens von Pulvern in Reaktoren oder ähnliche Gefässe, die brennbare Gase/Dämpfe enthalten. Da das Pulverfördern durch Ansaugen erzielt wird, vermindert sich das Explosionsrisiko in der Förderleitung beträchtlich. Das Verhältnis Pulver/Sauerstoff befindet sich in den meisten Fällen ausserhalb des Explosionslimits. Da keine drehbaren Teile vorhanden sind, scheidet auch jede Art von Zündung, Explosionsgefahr durch Reibung aus.

Diese Technik ermöglicht es, Pulver aus Säcken, Big-Bags oder Silos in einen unter Druck stehenden Behälter abzufüllen und entspricht somit völlig den Erwartungen in Bezug auf die Sicherheitsvorkehrungen in der chemischen sowie pharmazeutischen Industrie. Es entsteht die Möglichkeit, verschiedene Gase für die Entleerung der Pumpkammer zu benützen, z.B. Stickstoff, Argon. Der Einsatz eines Neutralgases für die Entleerung erlaubt es beispielsweise, inertisierte Reaktoren mit Pulver zu füllen ohne Sauerstoff in den Reaktor einzugeben. Der Verbrauch an Inertgas ist dadurch gering, da es während der Ansaugphase nicht für das Pulverfördern benützt wird, sondern nur für das Entleeren der Pumpkammer. In der Pumpkammer wird der Sauerstoff vom Pulver getrennt und durch Inertgas ersetzt.

Bei auf dem Markt befindlichen Systemen sind grosse Filtriermanschetten erforderlich, um ein zu schnelles Kleben der Filter zu verhindern; eine Reinigung eines Manschettenfilters ist schwierig und nicht sehr effizient. Hingegen ist die Reinigung eines flachen Filters einfacher. Die erfindungsgemäss

zyklische Reinigung des Filters in häufigen Intervallen ermöglichtes, eine konstante Filtrationseffizienz zu garantieren.

Das Volumen der Kammer bisher üblicher Systeme ist wegen des grossen Volumens des Filters gross. Die Entleerung dieser Anlagen wird auf gravimetrische Weise durchgeführt. Ein Reduzierstück ist normalerweise nötig, um eine Verbindung der Anlage an einen Flansch mit Standard-Grösse zu ermöglichen. Die Reduktion löst des öfteren Ablaufprobleme aus und bedingt die Benützung eines Vibrators od. dgl. Hilfsgerätes, um des Pulver vom Abscheider auszutragen.

Der erfindungsgemässe Einsatz der beschriebenen Vorrichtung bzw. des Verfahrens erfolgt bevorzugt in der chemischen Industrie oder der Lebensmittel-Industrie, in der pharmazeutischen Industrie oder der Farben und Lacke erzeugenden Industrie.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt jeweils in schematischer Darstellung in

Fig. 1 eine Vorrichtung zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe in Seitenansicht;

Fig. 2 ein vergrössertes Detail aus Fig. 1;

Fig. 3 eine Seitenansicht eines Spannverschlusses der Vorrichtung;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Vorrichtung;

Fig. 5 die Vorrichtung in einer angedeuteten Anlage;

Fig. 6 ein Zwillingsaggregat in Seitenansicht;

Fig. 7 die Draufsicht auf die Vorrichtung der Fig. 4;

Fig. 8 eine Teilschrägsicht auf einen Filtereinsatz.

Eine Vorrichtung 10 zum pneumatischen Fördern von pulverförmigen Stoffen der Dichte von 0,1 bis 15,0 g/cm³ in einem Korngrössenbereich zwischen 0,1 und 300 µm aus einem in Fig. 5 angedeuteten Silo 9 zu einem Reaktionsgefäss oder Reaktor 11 weist einen zylindrischen Behälter 12 – aus elektrolitisch poliertem Edelstahl – einer Länge a von hier 600 oder 850 mm auf, dessen Innenraum eines inneren Durchmessers d von 200 bzw. 300 mm als Pumpkammer 13 dient, sowie einen Ansatzstutzen 14_a für eine Zuführleitung 14 zum Ansaugen des Fördergutes. Die Zuführleitung 14 enthält ein sog. Schmetterlingsventil 16 als Sperrorgan in einem Anschlussflansch 15.

Über dem in Fig. 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit in Abstand zum Behälter 12 skizzierten Behälterboden 18 sind ein Ventilgehäuse 20 und ein Antriebselement 21 für ein Schmetterlingsventil 16_a einer Austragsleitung 22 angedeutet. Diese ist ebenso der Fig. 5 zu entnehmen wie der von ihr beaufschlagbare, unter Druck stehende Reaktor 11. Parallel zur Behälterachse A gerichtete Hakenglieder 19 des Behälterbodens 18 dienen zu dessen lösbarer Befestigung mittels eines Spannhakens 23 an Zuglaschen 23_a aufweisenden Verriegelungseinrichtung 24 des Behälters 12.

Nach oben hin endet der Behälter 12 an einem Filtereinsatz 26, der von einem – axial mit einem T-förmigen Anschlussrohr 28 versehenen – Domdeckel 30 überspannt wird. Dieser ist mit einer weiteren Verriegelungseinrichtung 24_a an Zughaken 32 des Behälters 12 festgelegt. Dessen oberer Abschnitt wird in Fig. 1 – zusammen mit der beschriebenen Behälterabdeckung 26, 30 – von einem Haubengestell 34 umgeben.

Von jenem Anschlussrohr 28 geht in Fig. 2 zum einen eine Vakuumleitung 27_a mit Vakuumventil 27 für eine diesem vorgeordnete Vakuumpumpe 27_b ab sowie anderseits eine – ein Sperrventil 17 enthaltende – Fördergasleitung 29_a für eine Fördergasquelle 29.

Während einer Ansaugphase öffnet sich das Schmetterlingsventil 16 der Zuführleitung 14, die Austragsleitung 22 bleibt geschlossen. Nun füllt sich die Pumpkammer 13 dank des Aufbaues eines Vakuums über die Vakuumleitung 27_a bis zu einer gewünschten Füllhöhe, gegebenenfalls auch gänzlich.

Nach einer vorbestimmten Zeitspanne wird die Zuführleitung 14 geschlossen und die Austragsleitung 22 geöffnet. Das Pulver wird mittels Druck – beispielsweise von Stickstoff zur Filterreinigung – nach dem Öffnen des Sperrventils 17 in der Fördergasleitung 29_a ausgestossen. Am Ende der Ansaugphase bleibt die Vakuumleitung 27_a während einer gewissen Zeit offen, bevor das Schmetterlingsventil 16_a der Austragsleitung 22 geöffnet wird, um den Sauerstoff aus der Pumpkammer 3 zu entfernen.

Von besonderer Bedeutung ist bei diesem Vorgang das Filter im Filtereinsatz 26, welches das Pulver zurückhält und gleichzeitig die Saugkapazität des Systems bewahrt. Dank seiner Lage zwischen Pumpkammer 13 und Fördergasquelle 29 wird das Filter bei jedem Zyklus gereinigt und behält darum seine volle Filtrationskapazität.

Die vier Sperrelemente 16, 16_a, 17, 27 sind miteinander an einem Steuerkasten 35 steuertechnisch verbunden. Während einer Ansaugphase öffnet sich das Schmetterlingsventil 16 der Zuführleitung 14, wohingegen die Austragsleitung 22 geschlossen bleibt. Dank des dabei offenen Vakuumventils 16 saugt sich die Pumpkammer 13 voll; nach einer vorausbestimmten Zeitspanne schliesst die Zuführleitung 14 und die Austragsleitung 22 wird freigegeben. Das Fördergut wird durch Druck – Druckluft oder Stickstoff zur Filterreinigung – ausgestossen. Das Filter im oberen Teil des Behälters 12 hält die feinsten Partikel zurück und reinigt sich bei jedem Entleerungszyklus.

Vor der Einführung des Pulvers in den nachgeordneten Reaktor 11 werden Luft und Pulver voneinander getrennt, indem das Schliessen des Vakuum-Absperrventils 16 gegenüber dem Öffnen des Förder-

guteinlaufes 14 verzögert wird. Damit bei Freigabe der Austragsleitung 22 keine Gase des Reaktors 11 angesaugt werden, wird der Behälter 12 zuerst unter Druck gesetzt und erst dann das Entleerungsventil 16a geöffnet.

Im übrigen kann die Vakuumleitung 27a nur bei geschlossener Austragsleitung 22 geöffnet werden.

5 Bevorzugt wird eine Ansaugphase von 10 bis 12 Sekunden, und die Entleerzeit wird in der Grössenordnung von 3 bis 5 Sekunden liegen: Um einen Überdruck beim Zykluswechsel zu vermeiden, ist eine pneumatisch geregelte Drosselung vorgesehen. Normalerweise genügt eine Sekunde für diesen Verzögerungsprozess.

10 In gleicher Weise können dank den Zeitverzögerungen der Steuerung das Schliessen des Vakuums zur Evakuierung der Luft und das Öffnen des Schmetterlingsventils 16a zur Pulverentleerung angepasst werden. Eine Verzögerung von maximal einer Sekunde dürfte hier ebenfalls genügen.

Der Entleerungsdruck – Druckluft oder Stickstoff – wird so geregelt, dass die gesamte eingesaugte Pulvermenge ohne unnötige Staubbildung beim Öffnen des Pumpraums 13 ausgestossen wird (Ideal-

15 druck = 1,5 bis 2 bar). Bei sehr klebrigen Produkten kann der Druck bis auf 2,5 bis 3 bar erhöht werden, um eine vollständige Entleerung und eine gründliche Filterreinigung zu erreichen.

Beispielsweise können sich folgende Betriebszustände für geöffnete Ventile einstellen:

Tabelle 1

	Zuführung	Austrag	Druckgas	Vakuum	
Ventil		16	16a	17	27
Ansaugphase	1	–	–	–	1–2 sec*
25	2	3–20 sec*	–	–	3–20 sec*
Zwischenphase	3	–	–	–	1–2 sec*
	4	–	–	1–2 sec*	–
Austragsphase	5	–	5–10 sec*	5–10 sec*	–
30	6	–	–	–	–

* Öffnungsdauer in sec.

35 In Fig. 6 sind zwei der Vorrichtungen 10 parallel nebeneinander auf Trägern 36 angebracht; ihre Zuführleitungen 14 münden in ein gemeinsames Mündungsrohr 38 mit Anschlussflansch 40 für eine in der Zeichnung vernachlässigte weiterführende Förderleitung. Lässt man die beiden Vorrichtungen 10 in beschriebener Weise abwechselnd arbeiten, kann man von einem sequentiellen System auf ein kontinuierliches übergehen.

40 In einem Ringrahmen 42 des Filtereinsatzes 26 ist gemäss Fig. 8 ein Filter bzw. eine Filtermembran 44 mit vakuumseitig zugeordnetem flachem Gitternetz 46 geringer Maschenweite als Stützelement zugeordnet. Dieses kann mit einem nicht gezeigten Vibrationsantrieb verbunden sein und dessen Schwingungen auf die Filtermembran 44 übertragen. Letztere wird von einem – in Zeitintervallen gesteuerten – Luftstrahl gereinigt; möglich sind auch mehrere solcher Luftstrahlen, die auf beide Oberflächen der Filtermembran 44 gerichtet sind. Ein weitmaschiges Stabgitter 48 kann diese zudem an der jenem Gitternetz 46 abgekehrten Oberfläche 45 zusätzlich stützen.

45 Das Verhältnis der Länge a zum Durchmesser d des Behälters 12 liegt zwischen 0,5 bis 10, vorzugsweise 2 bis 8, bei diesen konstruktiven Vorgaben ist bei einem Druck zwischen 1 bis 25 mbar – vorzugsweise 5 bis 20 mbar – auf der Ansaugseite und einem Druck von 0,5 bis 5 bar – vorzugsweise 1 bis 3 bar – zum Ausstossen des pulverförmigen Stoffes das problemlose Fördern von grossen Mengen bis zu mehreren Tonnen pro Stunde möglich.

Um Entladungsfunken zu unterbinden, sind alle Systemteile wie Schläuche, Ventile od.dgl. leitend und müssen geerdet werden.

55 Wie Untersuchungen gezeigt haben, kann man bei dem beschriebenen Pumpensystem oder Förderer auch eine Dosierung einer guten Genauigkeit von < 10% vornehmen.

Bevorzugte Abmessungen des Behälters 12 bei vorgegebenen Betriebsparametern sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 2

	Durchmesser d	Länge a	Durchsatz		Vakuumleistung	Saugdruck
5	des Behälters (mm)	des Behälters (mm)	Pumpe (t/h)	Doppelpumpe (t/h)	(Nm ³ /h)	(mbar)
	300	850		5	300	5–20
	200	800	3	5	200	5–20
10	150	750	2	3	160	5–20
	100	650	1	1,7	100	5–20
	50	400	0,3	0,5	40	5–20

Da das beschriebene Prinzip für das Laden von Pulvern in den Reaktor 11 unter Inertgas-Schutz erfolgt, genügt es, die Luft für die Filtersäuberung durch Inertgas zu ersetzen. Der interne Sauerstoffgehalt bleibt somit konstant – oder nimmt während der Förderperiode sogar ab – und der N₂-Verbrauch gering.

Die Pulver können sehr schnell ausgewechselt werden, dies auch bei Beachtung der strengsten einschlägigen Normen. Die Ansaugkörper können aus verschiedenen Werkstoffen wie Edelstahl, Kunststoff, Castalloy od.dgl. bestehen, um den wichtigsten Einschränkungen im chemischen Bereich standzuhalten.

Die Anlage kann auch mit Wägesystemen verbunden werden, um die Pulver direkt in die Reaktoren 11 genau dosieren zu können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe mit einem Behälter unter Einsatz wenigstens eines Filters in Rohrsystemen, dadurch gekennzeichnet, dass zum Fördern pulverförmiger Stoffe einer Dichte von 0,1 bis 15,0 g/cm³ sowie mit einem Korngrößenbereich zwischen 0,1 bis 300 µm als Fördergut das Verhältnis der Länge (a) des eine Pumpkammer (13) bildenden Behälters (12) zur zeitweiligen Aufnahme des Fördergutes zu seinem inneren Durchmesser (d) grösser ist als 0,5 sowie die Fläche eines zwischen einer Vakuumpumpe (27_b) zum Ansaugen des Fördergutes und dem Behälter vorgesehenen plattenartigen Filters (44) höchstens dem vom Durchmesser (d) bestimmten Querschnitt entspricht, wobei das Filter plattenartig ausgebildet sowie in einem Rahmen (42) eines Filtereinsatzes (26) auswechselbar angebracht ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Behälter (12) sowohl an seiner Zuführleitung (14) und seiner Austragsleitung (22) für das Fördergut als auch in seiner Vakuumleitung (27_a) und seiner Fördergasleitung (29_a) jeweils ein automatisches Sperrorgan (16, 16_a, 27, 17) zugeordnet ist, wobei gegebenenfalls die automatischen Sperrorgane (16, 16_a, 27, 17) einem gemeinsamen Steuerelement (35) zugeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein Verhältnis der Länge (a) des Behälters (12) zu dessen Durchmesser (d) zwischen 0,5 und 10,0, insbesondere zwischen 2,0 und 8,0, wobei die Länge (a) des Behälters (12) bevorzugt zwischen 200 und 1000 mm, insbesondere zwischen 400 und 900 mm, liegt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Behälterdurchmesser (d) von 10 bis 500 mm, insbesondere von 50 bis 400 mm, wobei der Behälterdurchmesser vom Filter (44) bis zu einer Austragsleitung (22) bevorzugt konstant ist und/oder der Durchmesser (d) des Filters (44) dem des Behälters (12) etwa entspricht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einem Saugdruck zum Ansaugen des Fördergutes zwischen 1 und 25 mbar und/oder einem Überdruck zum Austragen des Fördergutes zwischen 0,5 und 5,0 bar versehen ist, gegebenenfalls mit einem saugseitigen Druck von 5,0 bis 20 mbar und/oder einem Überdruck von 1,0 bis 3,0 bar.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch ein derart ausgelegtes Filter (44), dass über dem Filter beim Betrieb der Vakuumpumpe (27_b) ein Differenzdruck zwischen 100 und 300 mbar besteht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch ein vakuumseitig dem insbesondere als Filtermembrane ausgebildeten Filter (44) zugeordnetes flaches Gitter (46) als Stützeinrichtung, das bevorzugt eine Maschenweite zwischen 5 und 50, insbesondere zwischen 10 und 40 mm, aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gitter (46) an einen Vibrationsantrieb angeschlossen und als Vibrationsquelle für das Filter (44) vorgesehen ist, und/oder das Filter (44) in einem Luftstrahl angeordnet sowie dieser in Zeitintervallen steuerbar ausgebildet ist, wobei gegebenenfalls dem Filter (44) auf beiden Seiten ein Luftstrahl zugeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (44) beidseits von einem Gitter (46, 48) überspannt und gegebenenfalls eines der Gitter (48) mit dem Rahmen (42) fest verbunden ist.

5 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit wenigstens einer weiteren Vorrichtung (10) zu einer Mehrfachanlage, insbesondere zu einer Tandemanlage, verbunden ist, wobei gegebenenfalls die Vorrichtung/en (10) einem Reaktionsgefäß oder Reaktor (11) vorgeordnet ist/sind.

10 11. Verfahren zum pneumatischen Fördern pulverförmiger Stoffe einer Dichte von 0,1 bis 15,0 g/cm³ sowie mit einem Korngrößenbereich zwischen 0,1 und 300 µm als Fördergut unter Einsatz von Filtern in Rohrsystemen unter Verwendung der Vorrichtung nach einem der voraufgehenden Ansprüche, bei dem zum Ansaugen des Fördergutes ein Unterdruck zwischen 1 und 25 mbar erzeugt wird, wobei zum Austragen des Fördergutes ein Überdruck zwischen 0,5 und 5,0 bar erzeugt wird,

12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen Unterdruck von 5,0 bis 20 mbar und/oder einen Überdruck von 1,0 bis 3,0 bar.

15 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass über den Filtern beim Erzeugen des Unterdruckes ein Differenzdruck zwischen 100 und 300 mbar erzeugt wird, und/oder, dass das Filter in Vibration versetzt wird.

20 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter in Zeitintervallen von einem Luftstrahl angeblasen wird, wobei das Filter gegebenenfalls auf beiden Seiten von Luftstrahlen angeblasen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere der Vorrichtungen nebeneinander in gleichem Rhythmus gefahren werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere der Vorrichtungen in wechselndem Rhythmus gefahren werden.

25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Vorrichtungen nebeneinander mit unterschiedlichen Rhythmen gefahren werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zum pneumatischen Abfördern der pulverförmigen Stoffe gereinigte Druckluft oder ein inertes Gas oder ein reaktives Gas zugeführt wird, wobei gegebenenfalls als inertes Gas Stickstoff eingesetzt wird.

30 19. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass mit ihm ein Reaktionsgefäß beaufschlagt wird, insbesondere ein Reaktor in der chemischen Industrie, der Lebensmittel-Industrie oder der pharmazeutischen Industrie.

35

40

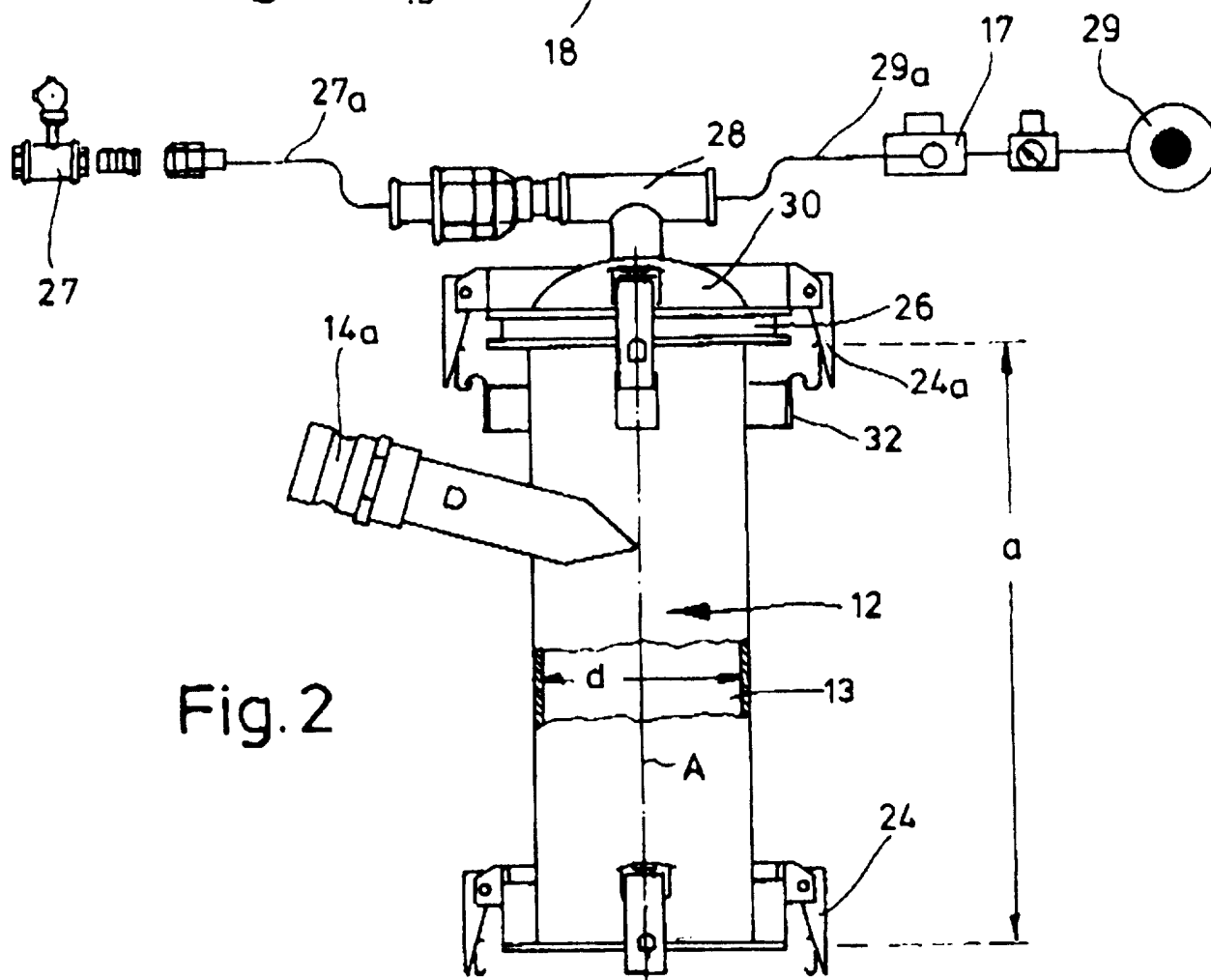
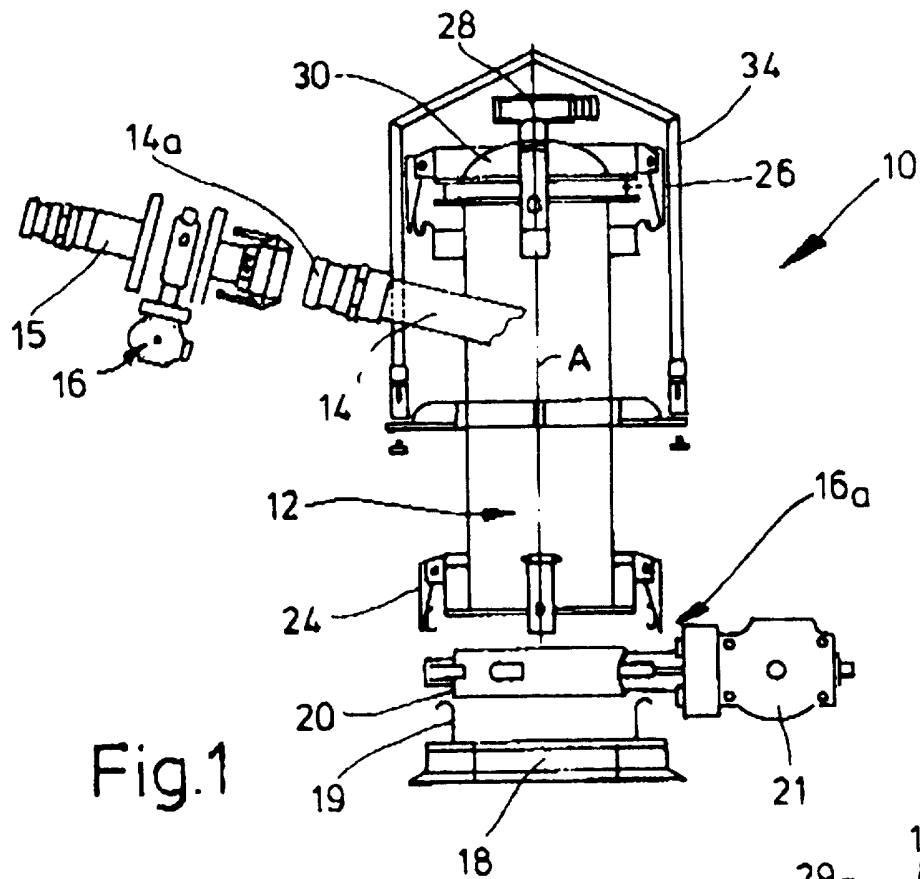
45

50

55

60

65



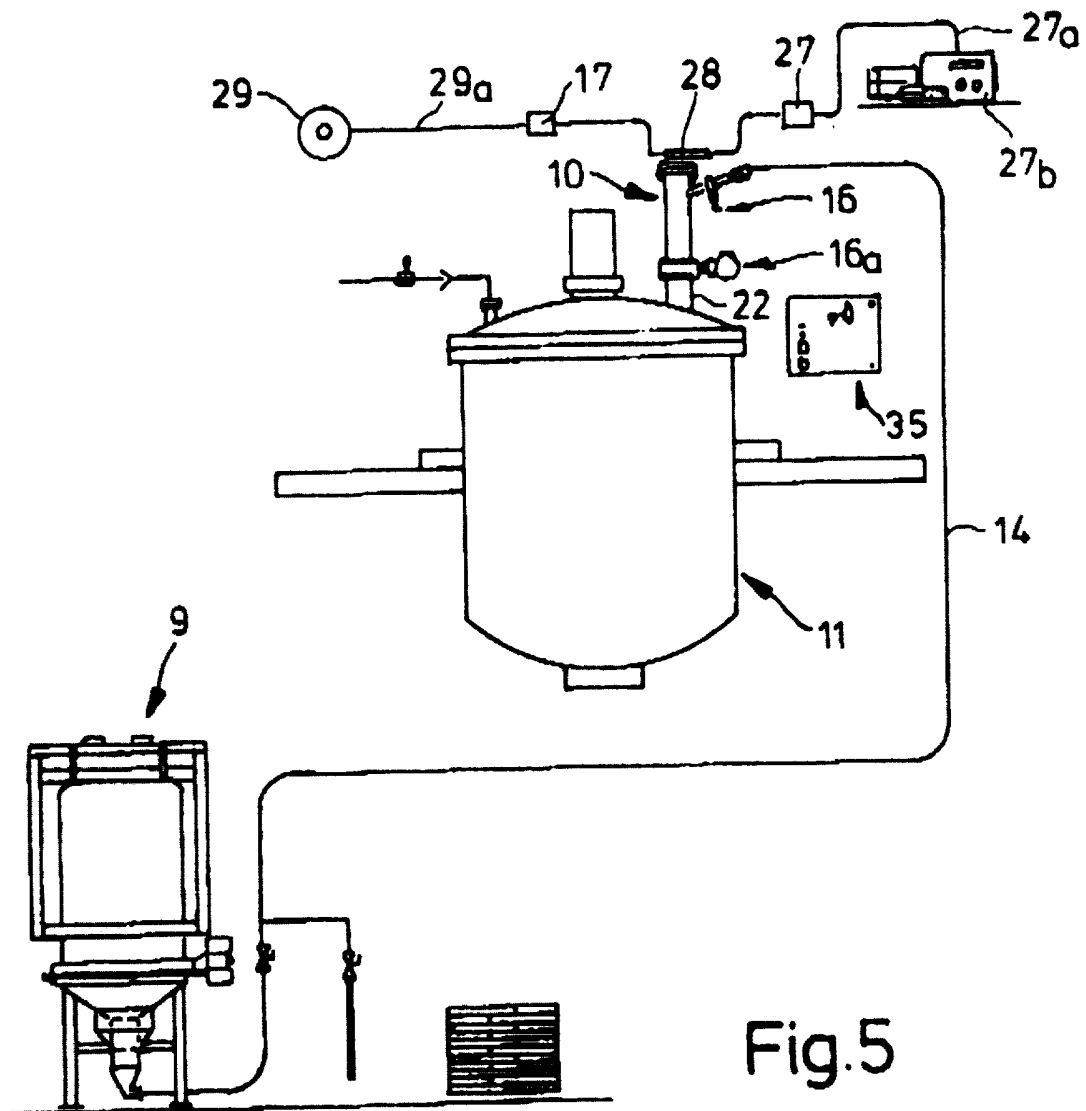


Fig. 5

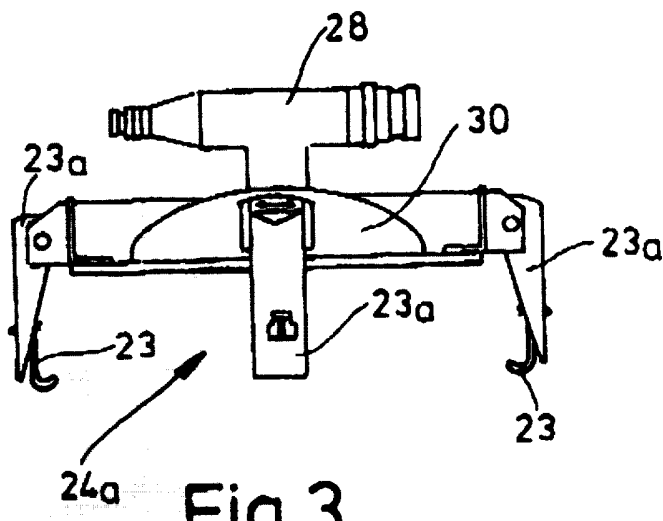


Fig. 3

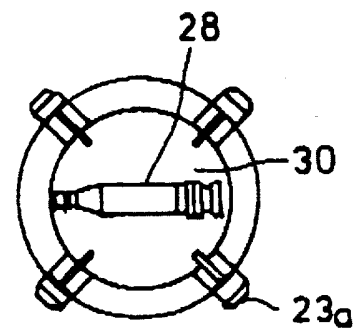


Fig. 4

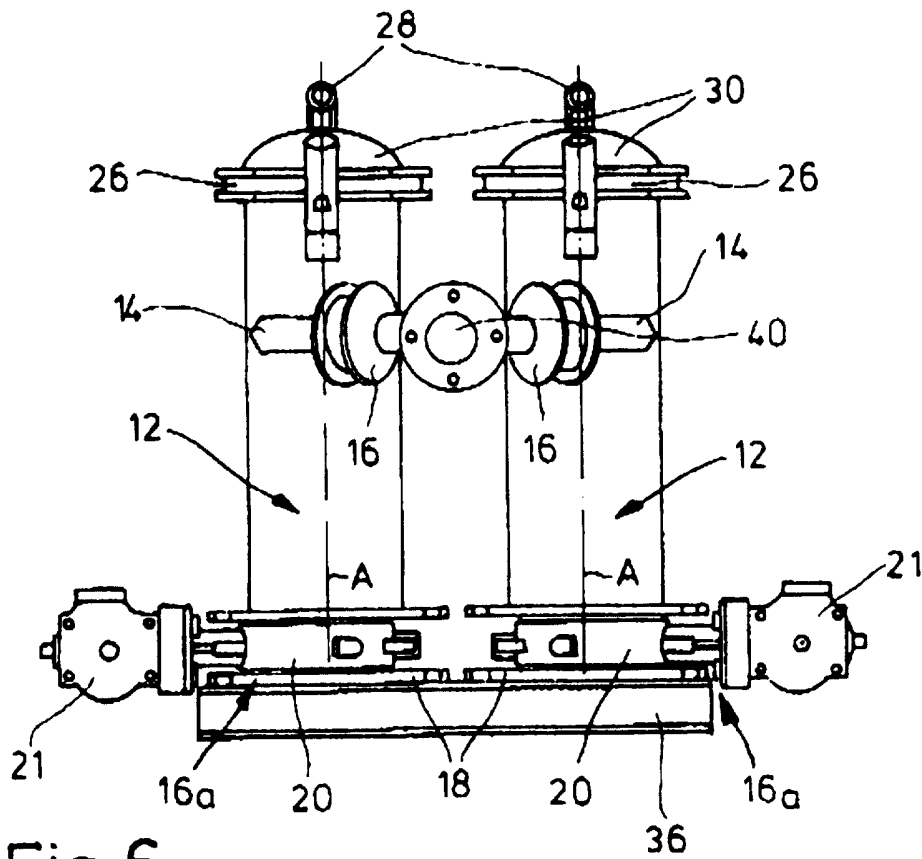


Fig. 6

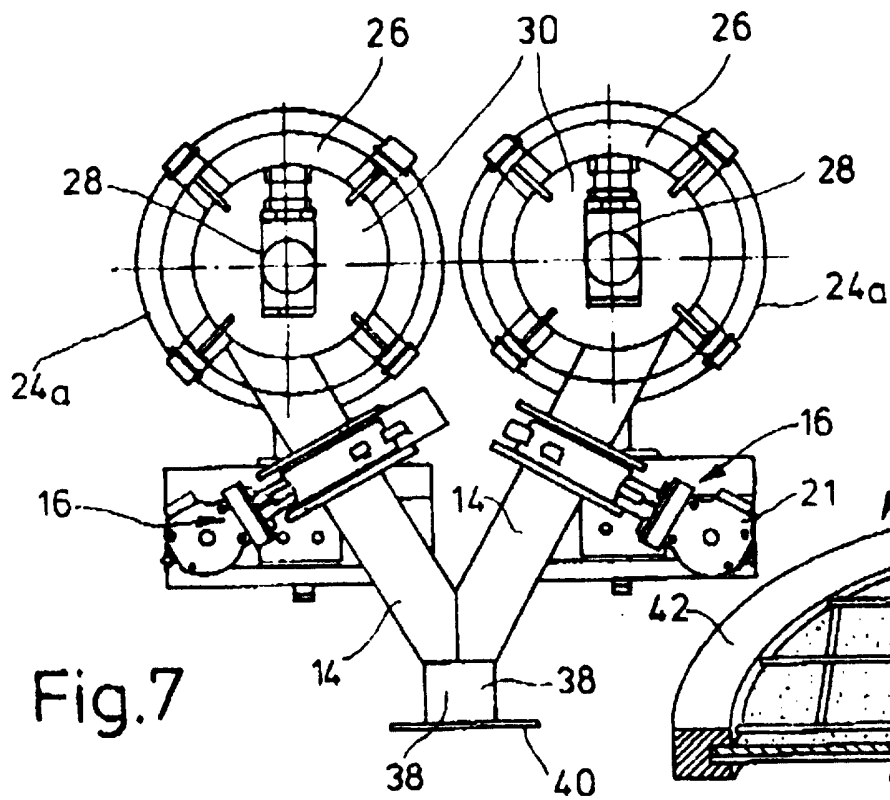


Fig. 7

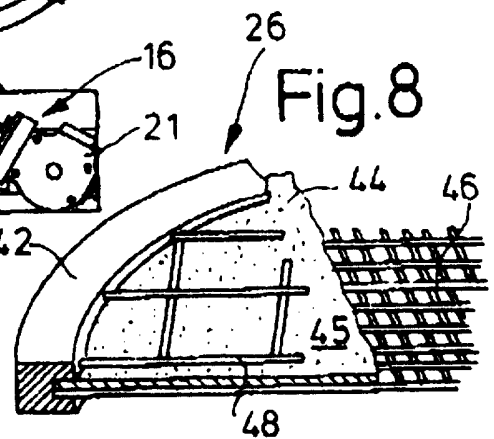


Fig. 8